



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102957328 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201210288648. 4

(22) 申请日 2012. 08. 14

(30) 优先权数据

13/209, 552 2011. 08. 15 US

(71) 申请人 李尔公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 内蒂尔·沙拉夫 宇·秦

瑞什马·拉瑟德

理查德·J·哈姆珀

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 周靖 郑霞

(51) Int. Cl.

H02M 7/00 (2006. 01)

H05K 7/20 (2006. 01)

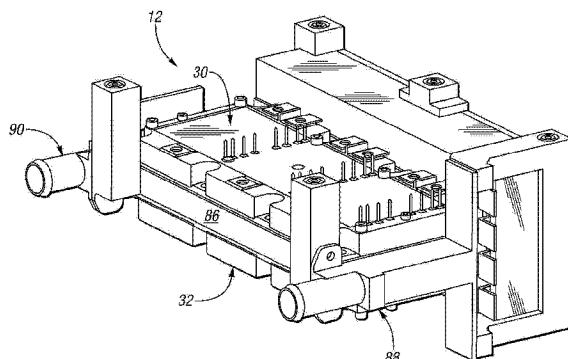
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

电力模块冷却系统

(57) 摘要

本发明涉及电力模块冷却系统。冷却系统可操作来帮助冷却电力模块或者其它的电子组件。冷却系统可以被配置成帮助冷却 DC/AC 逆变器或者其他电子组件，其中两个电力模块可以以相对于冷却剂通道相对的关系来布置。相对的关系可以适合于最小化包装尺寸和所需的占位面积以帮助使两个电力模块与冷却剂流相互作用。



1. 一种电力模块冷却系统，包括：

第一电力模块，其具有第一多个散热片；

第二电力模块，其具有第二多个散热片；

冷板，其具有塑型成接纳所述第一电力模块的顶面和塑型成接纳所述第二电力模块的底面，所述顶面和所述底面被间隔开以限定流体通道，所述第一多个散热片和所述第二多个散热片延伸到所述流体通道中，所述流体通道在包括在所述冷板的分别的第一侧面和第二侧面内的第一孔和第二孔之间延伸，所述第一孔导引所接纳的流体穿过所述流体通道至所述第二孔以帮助冷却所述第一多个散热片和所述第二多个散热片。

2. 根据权利要求 1 所述的电力模块冷却系统，还包括第一电力模块密封装置和第二电力模块密封装置，所述第一电力模块密封装置在所述冷板和所述第一电力模块之间的所述流体通道的顶面的整个周长的周围，所述第二电力模块密封装置在所述冷板与所述第二电力模块之间的所述流体通道的底面的整个周长的周围，所述第一电力模块密封装置和所述第二电力模块密封装置可操作成防止流体从所述流体通道泄漏出来。

3. 根据权利要求 2 所述的电力模块冷却系统，还包括多个紧固件孔，所述多个紧固件孔在所述流体通道和所述第一电力模块密封装置及所述第二电力模块密封装置的外侧、所述冷板的所述顶面和所述底面内，所述多个紧固件孔与所述第一电力模块和所述第二电力模块的相应的紧固件孔对齐，紧固件延伸穿过所述紧固件孔以将所述第一电力模块和所述第二电力模块固定到所述冷板的所述顶面和所述底面上。

4. 根据权利要求 3 所述的电力模块冷却系统，其中所述紧固件孔与所述紧固件一起可操作以帮助将所述第一电力模块压紧在所述第一电力模块密封装置上并将所述第二电力模块压紧在所述第二电力模块密封装置上。

5. 根据权利要求 1 所述的电力模块冷却系统，还包括可操作成与所述第一孔交换流体的第一冷却歧管和可操作成与所述第二孔交换流体的第二冷却歧管。

6. 根据权利要求 5 所述的电力模块冷却系统，还包括第一歧管密封装置和第二歧管密封装置，所述第一歧管密封装置在所述冷板和所述第一歧管之间的所述第一孔的整个周长的周围，所述第二歧管密封装置在所述冷板和所述第二歧管之间的所述第二孔的整个周长的周围，所述第一歧管密封装置和所述第二歧管密封装置可操作成防止流体从所述流体通道泄露出。

7. 根据权利要求 5 所述的电力模块冷却系统，还包括多个紧固件孔，所述多个紧固件孔在所述冷板的所述第一侧面和所述第二侧面内，所述多个紧固件孔与所述第一电力歧管和所述第二电力歧管的相应的紧固件孔对齐，紧固件延伸穿过所述紧固件孔以将所述第一歧管和所述第二歧管固定到所述冷板的所述第一侧面和所述第二侧面上。

8. 根据权利要求 5 所述的电力模块冷却系统，还包括电容器，所述电容器具有大于所述第一电力模块和所述第二电力模块的组合高度的高度和大于所述第一电力模块的宽度，所述电容器具有连接到所述第一电力模块的至少第一多个电容器端子和连接到所述第二电力模块的至少第二多个电容器端子。

9. 根据权利要求 8 所述的电力模块冷却系统，还包括夹紧托架，所述夹紧托架用于相对于所述第一电力模块和所述第二电力模块来定位所述电容器并被紧固到所述冷板、所述第一冷却歧管和所述第二冷却剂歧管中的至少两个，所述夹紧托架将所述第一电容器端子

和所述第二电容器端子与所述第一电力模块和所述第二电力模块的相应的端子对齐。

10. 根据权利要求 9 所述的电力模块冷却系统, 其中所述夹紧托架不被紧固到所述电容器上。

11. 根据权利要求 8 所述的电力模块冷却系统, 其中所述夹紧托架紧固到所述冷板和所述第一冷却剂歧管两者上, 其中所述第二冷却剂歧管被塑型为不同于所述第一冷却剂歧管, 以使所述第二歧管不能被紧固到所述夹紧托架上。

12. 根据权利要求 1 所述的电力模块冷却系统, 其中所述第一多个散热片的外侧端位于距离所述第二多个散热片的外侧端不多于 1mm 的位置。

13. 根据权利要求 1 所述的电力模块冷却系统, 其中所述第一多个散热片的外侧端位于距离所述第二多个散热片的外侧端不少于 0.1mm 处。

14. 一种与 DC/AC 逆变器一起使用的冷却系统, 所述 DC/AC 逆变器具有包括用第一驱动器控制的至少多个第一开关的第一电力模块和物理上分开的包括用第二驱动器控制的至少多个第二开关的第二电力模块, 其中所述多个第一开关中的每一个开关与所述多个第二开关中的至少相应的一个开关并联地电连接, 所述第一电力模块和所述第二电力模块中的每一个包括多个向外延伸的散热片, 所述冷却系统包括 :

冷板, 其具有流体通道, 冷却流体穿过所述流体通道在纵向方向上流动, 所述冷板被配置成以相对关系将所述第一电力模块和所述第二电力模块的散热片定位在所述流体通道内, 以由所述冷却流体冷却。

15. 根据权利要求 14 所述的冷却系统, 其中所述相对关系的特征在于所述第一电力模块的每一散热片的外侧端位于距离所述第二电力模块的散热片中的相应地相对的一个的外侧端不多于 1.0mm 处。

16. 根据权利要求 14 所述的冷却系统, 其中所述冷板包括横过实质上整个纵向方向纵向延伸的相对的顶部孔和底部孔, 所述第一电力模块和所述第二电力模块的散热片分别延伸穿过所述相对的顶部孔和底部孔。

17. 根据权利要求 16 所述的冷却系统, 其中所述冷板包括在相应地相对的纵向端处的相对的左孔和右孔, 所述左孔和所述右孔横向于所述顶部孔和所述底部孔, 所述右孔接纳所述冷却流体以及所述左孔排出所述冷却流体, 其中所述左孔和所述右孔比所述顶部孔和所述底部孔小。

18. 根据权利要求 17 所述的冷却系统, 还包括 :

左歧管, 其被配置成与所述左孔交换所述冷却流体;

右歧管, 其被配置成与所述右孔交换所述冷却流体;

电容器, 其具有电气且机械地连接至所述第一电力模块的第一组端子、电气且机械地连接至所述第二电力模块的第二组端子以及电气且机械地连接至 EMI 过滤器的第三组端子; 以及

夹紧托架, 其被配置成相对于所述第一模块和所述第二模块及所述冷板来固定所述电容器, 所述夹紧托架在一部分处紧固到所述冷板并且在另一部分处紧固到所述冷却剂歧管。

19. 根据权利要求 14 所述的冷却系统, 其中与所述纵向方向成横向地测量的所述冷板的高度小于在所述纵向方向上测量的所述冷板的宽度, 并且其中与所述纵向方向成侧向地

测量的所述冷板的深度大于所述高度并小于所述宽度。

20. 一种三相 DC/AC 逆变器，包括：

第一电力模块，其具有可操作成将 DC 输入逆变成三相 AC 输出的第一多个开关和第一多个散热片；

分开的第二电力模块，其具有与所述第一多个开关匹配并且与所述第一多个开关并联连接的第二多个开关，所述第二电力模块包括第二多个散热片；以及

冷板，其具有流体通道，冷却流体穿过所述流体通道在纵向方向上流动，所述第一多个散热片以与所述第二多个散热片相对的方式由所述冷板定位，以由所述冷却流体冷却。

21. 一种直流电流(DC)链电容器，其可操作在电气可驱动的交通工具内，所述交通工具具有被配置成帮助 DC 电压输出到逆变器的高电压电池，所述逆变器被配置成处理所述 DC 电压以帮助给用于驱动所述交通工具的电动机供电，所述电容器包括：

外壳，其封闭电容元件，所述电容元件被配置成帮助输入端和输出端之间的电容性处理；

至少第一对端子，其被配置成将所述 DC 电压传递到所述输入端，所述电容元件将在所述输入端接收的所述 DC 电压处理成电容性的 DC 电压；以及

至少第二对端子，其被配置成将所述电容性的 DC 电压输出到所述逆变器，所述逆变器依赖所述电容性的 DC 电压以帮助给所述电动机供电。

22. 根据权利要求 21 所述的 DC 链电容器，还包括至少第三对端子，所述至少第三对端子被配置成将所述 DC 电压传递到所述输入端。

23. 根据权利要求 22 所述的 DC 链电容器，还包括至少第四对端子，所述至少第四对端子被配置成将所述电容性的 DC 电压输出到所述逆变器。

24. 根据权利要求 23 所述的 DC 链电容器：

其中所述 DC 电压接收自电磁干扰(EMI)过滤器并且所述逆变器包括第一电力模块和第二电力模块，所述第一电力模块和所述第二电力模块中的每一个提供被组合用于帮助给所述电动机供电的 DC/AC 转换；

其中所述第一对端子和所述第三对端子均被配置为电气且机械地与所述 EMI 过滤器连接；以及

其中所述第二对端子和所述第四对端子均被配置为电气且机械地与所述第一电力模块和所述第二电力模块连接。

25. 根据权利要求 24 所述的 DC 链电容器，其中所述外壳具有大于所述第一电力模块和所述第二电力模块的组合高度的高度和大于所述第一电力模块的宽度。

电力模块冷却系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电力模块冷却系统,例如但不局限于与电力模块一起可操作的冷却系统,电力模块被配置成用来自 DC/AC 逆变器的输出帮助驱动电动机。

[0002] 背景

[0003] 电力模块可以被用于电流和 / 或电压操作是合乎期望的任何数量的电子应用。电力模块,尤其那些可操作成支持相对高的电流和电压要求的电力模块,可能在运行期间产生大量的热。由于热可以负面影响性能,所以帮助冷却电力模块可能是合乎需要的。相应地,本发明希望提供可操作来帮助冷却电力模块的冷却系统。

[0004] 概述

[0005] 本发明的一个非限制性的方面考虑电力模块冷却系统,该电力模块冷却系统包括:具有第一多个散热片的第一电力模块;具有第二多个散热片的第二电力模块;具有塑型成接纳第一电力模块的顶面和塑型成接纳第二电力模块的底面的冷板,该顶面和底面被间隔开以限定流体通道,第一多个散热片和第二多个散热片延伸到该流体通道中,流体通道在包括在冷板的分别的第一侧面和第二侧面内的第一孔和第二孔之间延伸,第一孔导引所接纳的流体穿过流体通道至第二孔以帮助冷却第一多个散热片和第二多个散热片。

[0006] 本发明的一个非限制性的方面考虑第一电力模块密封装置和第二电力模块密封装置,该第一电力模块密封装置在冷板和第一电力模块之间的流体通道的顶面的整个周长的周围,第二电力模块密封装置在冷板和第二电力模块之间的流体通道的底面的整个周长的周围,第一电力模块密封装置和第二电力模块密封装置可操作成防止流体从流体通道泄露出。

[0007] 本发明的一个非限制性的方面考虑多个紧固件孔,所述多个紧固件孔在流体通道和第一电力模块密封装置及第二电力模块密封装置的外侧的冷板的顶面和底面内,多个紧固件孔与第一电力模块和第二电力模块的相应的紧固件孔对齐,紧固件延伸穿过紧固件孔以将第一电力模块和第二电力模块固定到冷板的顶面和底面上。

[0008] 本发明的一个非限制性的方面考虑紧固件孔与紧固件一起可操作以帮助将第一电力模块压紧在第一电力模块密封装置上并将第二电力模块压紧在第二电力模块密封装置上。

[0009] 本发明的一个非限制性的方面考虑可操作成与第一孔交换流体的第一冷却歧管和可操作成与第二孔交换流体的第二冷却歧管。

[0010] 本发明的一个非限制性的方面考虑第一歧管密封装置和第二歧管密封装置,第一歧管密封装置在冷板和第一歧管之间的第一孔的整个周长的周围,第二歧管密封装置在冷板和第二歧管之间的第二孔的整个周长的周围,第一歧管密封装置和第二歧管密封装置可操作成防止流体从流体通道泄露出。

[0011] 本发明的一个非限制性的方面考虑在冷板的第一侧面和第二侧面内的多个紧固件孔,多个紧固件孔与第一电力歧管和第二电力歧管的相应的紧固件孔对齐,紧固件延伸穿过紧固件孔以将第一歧管和第二歧管固定到冷板的第一侧面和第二侧面上。

[0012] 本发明的一个非限制性的方面考虑电容器，电容器具有大于第一电力模块和第二电力模块的组合高度的高度和大于第一电力模块的宽度，该电容器具有连接至第一电力模块的至少第一多个电容器端子和连接至第二电力模块的至少第二多个电容器端子。

[0013] 本发明的一个非限制性的方面考虑夹紧托架，夹紧托架用于相对于第一电力模块和第二电力模块来定位电容器并被紧固到冷板、第一冷却歧管和第二冷却剂歧管中的至少两个上，夹紧托架将第一电容器端子和第二电容器端子与第一电力模块和第二电力模块的相应的端子对齐。

[0014] 本发明的一个非限制性的方面考虑夹紧托架不被紧固到电容器上。

[0015] 本发明的一个非限制性的方面考虑夹紧托架紧固到冷板和第一冷却剂歧管两者上，其中第二冷却剂歧管被塑型为不同于第一冷却剂歧管以使第二歧管不能被紧固到夹紧托架上。

[0016] 本发明的一个非限制性的方面考虑第一多个散热片(fins)的外侧端位于距离第二多个散热片的外侧端不多于1mm的位置。

[0017] 本发明的一个非限制性的方面考虑第一多个散热片的外侧端位于距离第二多个散热片的外侧端不少于0.1mm处。

[0018] 本发明的一个非限制性的方面考虑与DC/AC逆变器一起使用的冷却系统，该DC/AC逆变器具有包括用第一驱动器控制的至少多个第一开关的第一电力模块和物理上分开的包括用第二驱动器控制的至少多个第二开关的第二电力模块，其中多个第一开关中的每一个开关与多个第二开关中的至少相应的一个开关并联地电连接，第一电力模块和第二电力模块中的每一个包括多个向外延伸的散热片，该冷却系统包括：具有流体通道的冷板，冷却流体穿过流体通道在纵向方向上流动，该冷板被配置成以相对关系将第一电力模块和第二电力模块的散热片定位流体通道内，以由冷却流体冷却。

[0019] 本发明的一个非限制性的方面考虑，所述相对关系的特征在于第一电力模块的每一散热片的外侧端位于距离第二电力模块的散热片中的相应地相对的一个的外侧端不多于1.0mm处。

[0020] 本发明的一个非限制性的方面考虑冷板包括横过实质上整个纵向方向纵向延伸的相对的顶部孔和底部孔，第一电力模块和第二电力模块的散热片分别延伸穿过该相对的顶部孔和底部孔。

[0021] 本发明的一个非限制性的方面考虑冷板包括在相应地相对的纵向端处的相对的左孔和右孔，左孔和右孔与顶部孔和底部孔成横向，右孔接纳冷却流体以及左孔排出冷却流体，其中左孔和右孔比顶部孔和底部孔小。

[0022] 本发明的一个非限制性的方面考虑冷却系统还包括：被配置成与左孔交换冷却流体的左歧管；被配置成与右孔交换冷却流体的右歧管；电容器，其具有电气且机械地连接至第一电力模块的第一组端子、电气且机械地连接至第二电力模块的第二组端子、和电气且机械地连接至EMI(电磁干扰)过滤器的第三组端子；以及被配置成相对于第一模块和第二模块及冷板来固定电容器的夹紧托架，夹紧托架在一部分处紧固到冷板上并且在另一部分处紧固到冷却剂歧管上。

[0023] 根据权利要求14的冷却系统，其中与纵向方向成横向地测量的冷板的高度小于在纵向方向上测量的冷板的宽度，并且其中与纵向方向成侧向地测量的冷板的深度大于该

高度并小于该宽度。

[0024] 本发明的一个非限制性的方面考虑三相 DC/AC 逆变器包括：第一电力模块，其具有可操作成将 DC 输入逆变成三相 AC 输出的第一多个第一开关和第一多个散热片；分开的第二电力模块，其具有与第一多个开关匹配并且与第一多个开关并联连接的第二多个开关，第二电力模块包括第二多个散热片；以及具有流体通道的冷板，冷却流体穿过流体通道在纵向方向上流动，第一多个散热片以与第二多个散热片相对的方式由冷板定位，以由冷却流体冷却。

[0025] 附图简述

[0026] 本发明在所附权利要求中被指出特性。然而，本发明的其它特征将变得更加明显并且通过参考以下的详细描述连同附图将最佳地理解本发明，其中：

[0027] 图 1 示意性地示出了如由本发明的一个非限制性的方面考虑的电力模块系统。

[0028] 图 2 示出了如由本发明的一个非限制性的方面考虑的电力模块冷却系统。

[0029] 图 3 示出了如由本发明的一个非限制性的方面考虑的电力模块冷却系统的装配图。

[0030] 图 4 示出了如由本发明的一个非限制性的方面考虑的在相对关系中的散热片。

[0031] 详细描述

[0032] 如所需要的，本文公开了本发明的详细的实施方式；然而，应当理解，所公开的实施方式仅仅是本发明的示例性的实施方式，其可以以多种形式和替代形式被实施。附图不必要按比例绘制；一些特征可以被放大或者缩小以显示特定部件的细节。因此，本文公开的具体的结构和功能细节不被解释为限制性的，而仅被解释为用于教导本领域中的技术人员多方面地实施本发明的代表性基础。

[0033] 图 1 示意性地示出了如由本发明的一个非限制性的方面考虑的具有电力模块冷却系统 12 的电力模块系统 10。如被配置成使用来自同样包括在交通工具内的高电压(HV)电池 16 的 DC 能源供应帮助给包括在交通工具(未示出)内的电动机和 / 或交流发电机 14AC 供电，电力模块系统 10 被示出用于示例性和非限制性的目的。电力模块系统 10 可以包括可操作在打开位置和闭合位置之间的 DC 连接器 20 以帮助将 HV 电池 16 连接至电磁干扰(EMI)过滤器 22 和将 HV 电池 16 与电磁干扰(EMI)过滤器 22 断开。DC 链电容器 24 可以连接至 EMI 过滤器 22 以进一步过滤来自 HV 电池 16 的 DC 输出。电容器 24 的 DC 输出可以通常被提供给与第二电力模块 32 并联连接的第一电力模块 30。第一电力模块 30 和第二电力模块 32 可以被配置成帮助足以用于给发动机 / 交流发电机 14 供电的 DC 输出到 AC 输出的 DC/AC 逆变。

[0034] 电力模块系统 10 可以包括 AC 连接器系统 34 以帮助将 AC 输出连接至发动机 / 交流发电机。可以包括电流感测系统 36 以帮助感测提供给发动机 / 交流发电机 14 的电流，例如帮助控制 DC/AC 逆变进程。控制板 38 可以包括到交通工具总线(未示出)的交通工具接口 42 的信号连接器 40。控制板 38 可以接收来自电流传感器 36 和交通工具内的其它设备 / 系统的反馈以帮助控制或者指导 DC/AC 逆变进程。控制板 38 可以与被配置成控制第一电力模块 30 的第一驱动器 46 和被配置成控制第二电力模块的第二驱动器 48 协作。第一驱动器 46 和第二驱动器 48 可以被配置成分别地控制包括在每一个模块 30、32 内的多个第一开关和第二开关，使得可以协调开关 60、62、64、66、68、70、72、74、76、78、80、82 的打开

和闭合以给发动机 / 交流发电机 14 提供期望的 AC 输出。

[0035] 第一电力模块 30 和第二电力模块 32 均被示出为被配置成绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 用于示例性和非限制性的目的。然而，本发明不必局限于该特定配置或者使用这些部件。本发明完全考虑其对事实上任何类型的电力模块系统的使用和应用，包括那些可以不依赖于开关的电力模块系统和 / 或那些可以在基于非交通工具的系统内可操作的电力模块系统。然而，本文提供的示例性的描述被认为是特别有益的，因为它考虑用于并联地电连接电力模块 30、32 以促进 DC/AC 逆变进程和使用冷板 86 冷却第一电力模块 30 和第二电力模块 32 的特定配置，使得电力模块系统 10 的包装尺寸或者电力模块系统部件的至少一部分可以被减小而没有不适当牺牲冷却性能。

[0036] 图 1 中示意性地示出冷板 86 一般位于第一电力模块 30 和第二电力模块 32 之间。图 2 更加详细地示出了冷板 86 并且被配置作为由本发明的一个非限制性的方面考虑的电力模块冷却系统 12 的一部分。冷却系统 12 被示出为包括被配置成帮助冷却剂流穿过包括在冷板 86 内的流体通道 92 的第一冷却剂歧管 88 和第二歧管 90。图 3 更加详细地示出了电力模块冷却系统 12，并且特别地，流体通道 92 穿过冷板 86，如由本发明的一个非限制性的方面考虑的。冷却剂流体可以在第一冷却剂歧管 88 处被接收并从第二冷却剂歧管 90 排出使得冷却流体在穿过冷板 86 的纵向方向上在相应的第一孔 96 和第二孔 98 之间流动。冷却剂流体可以包括具有足以帮助冷却第一电力模块 30 和第二电力模块 32 的特性的任何合适的液体、等离子体、或者气体。

[0037] 第一电力模块 30 可以被接纳在冷板 86 的顶面 100 内以及第二电力模块 32 可以被接纳在冷板 86 的匹配的底面 102 内。可以以相对的方式来布置第一电力模块 30 和第二电力模块 32 以使每一个的底面 104、106 指向另一个。每一个电力模块 30、32 的底面 104、106 可以包括多个散热片 (仅示出第二电力模块 32 的图并且一般被表示为参考数字 110)。散热片 110 可以是金属材料或者其它的热传导材料。散热片 110 可以向外延伸远离分别与第一电力模块 30 和第二电力模块 32 相关联的第一印刷电路板 (PCB) 112 和第二 PCB114。散热片 110 可以以正相反地相对的方式被定位穿过冷板 86 中的相应的顶部纵向开口 118 和底部纵向开口 120。散热片 110 可以以该相对的方式被定位以使流体流通道的体积最小化同时仍允许电力模块 30、32 均被冷却。虽然电力模块 30、32 被示出为包括相对大量的分离的塑型为片状端子的散热片 110，但是散热片 110 的使用可以被完全地省略和 / 或散热片 110 可以被塑型为更大的部件或者采用其它的适合于帮助与冷却剂流相互作用的配置。

[0038] 可以通过最大化流动接触散热片 10 的流体的量来使电力模块 30、37 经过散热片 110 的冷却最大化。这可以通过最大化冷却剂流中的散热片 110 之间的干扰来实现。可选地，第一电力模块 30 的散热片 110 可以定位在离第二电力模块的散热片不多于 1.0mm 的距离 X 处，以最大化如图 4 所示的对冷却剂流的干扰。更优选地，为了确保散热片 110 提供对冷却剂流的最大干扰，第一电力模块 30 的散热片可以定位在第二电力模块 32 的散热片 110 的 0.5mm 内。在相对的散热片 110 之间保持至少 0.1mm 距离 X 可能是令人期待的，以确保至少一些冷却剂流体能够从第一冷却剂歧管 88 传递到第二冷却剂歧管 90 达到期望速度，即，冷却剂流的速度可以与相对的散热片之间的距离 X 成比例。

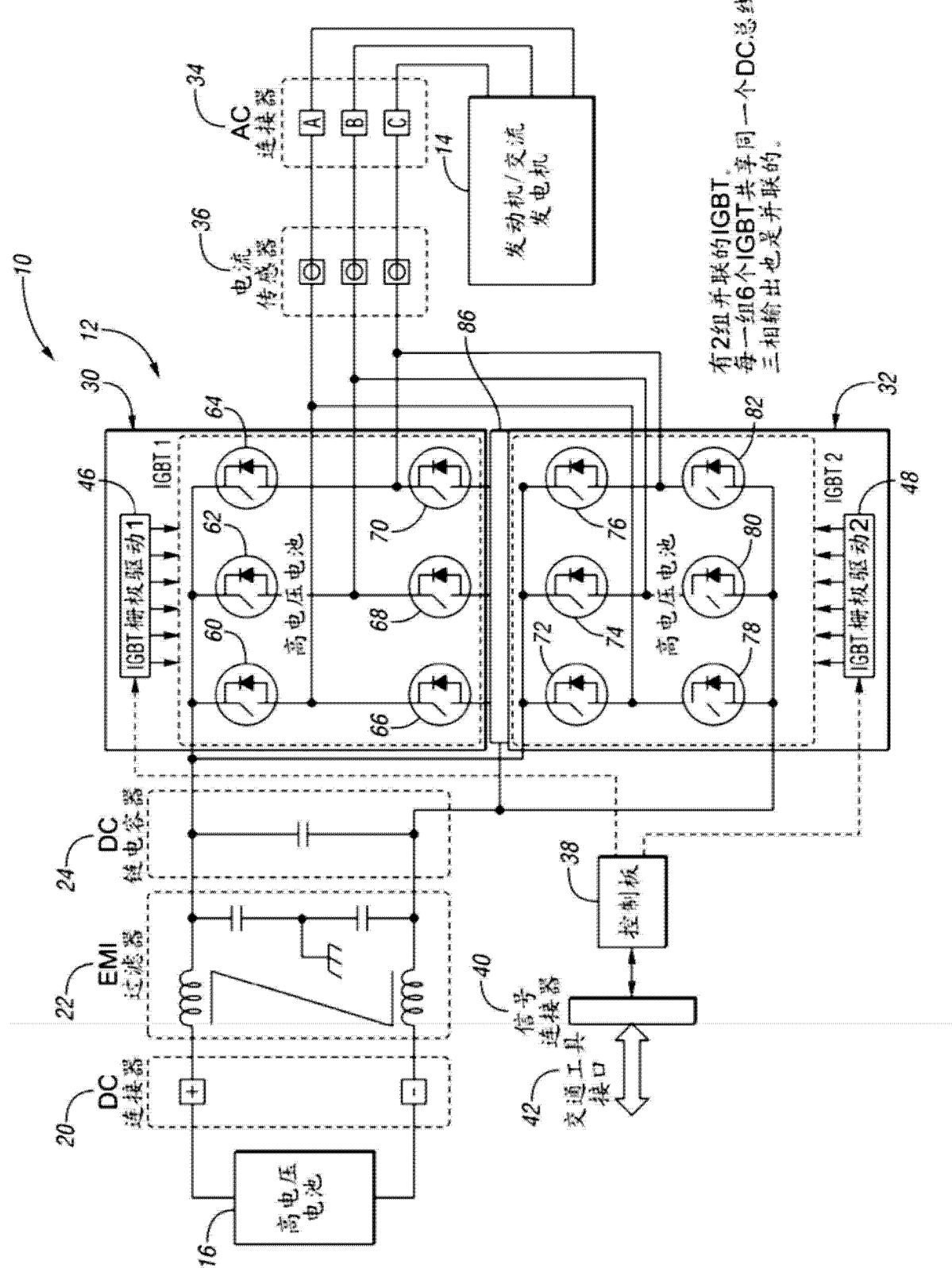
[0039] 冷却剂通道 92 的体积可以近似等于在第一孔 96 和第二孔 98 之间在纵向方向上测量的冷板 86 的宽度乘以在第一孔 96 的端部之间的侧向方向上测量的冷板 86 的深度乘

以在横向方向上测量的与冷板 86 的厚度相对应的等于顶面和底面之间的间隔的冷板 86 的高度。冷却剂通道 96 的高度可以可选地小于第一电力模块 30 的高度以使冷却剂通道 96 的体积小于包括第一电力模块 30 和第二电力模块 32 中的一个的体积。以这种方式，体积稍微小于第一电力模块 30 和第二电力模块 32 中的一个的体积的冷却剂通道 92 可以足以帮助同时地冷却第一电力模块 30 和第二电力模块 32 两者。以最小尺寸的流体通道 92 冷却多个电力模块 30、32 的能力可以有益于限制电力模块冷却系统 12 的尺寸和包装要求，这样当使用在交通工具内部时可以特别有益。

[0040] 冷板 86 可以包括定位在相应的顶部纵向孔 118 和底部纵向孔 120 的整个外周长的周围的顶部密封装置 122 和匹配的底部密封装置(未示出)。密封装置 122 可以与第一电力模块 30 和第二电力模块 32 的 PCB 112、114 协作以帮助密封冷却剂通道 92。冷板可以包括密封装置 122 外侧的孔 130(仅标记一个)，孔 130 与第一电力模块 30 和第二电力模块 32 的孔 132(仅标记一个)对齐。紧固件(未示出)可以被插入穿过孔 130、132 以将第一电力模块 30 和第二电力模块 32 按压在冷板 86 上，并且因此，顶部和底部密封装置 122 有助于密封效果。额外的密封装置 136(仅示出左边的)可以被包括在第一孔 96 和第二孔 98 的整个外周长的周围以帮助对相应的第一冷却剂歧管 88 和第二冷却剂歧管 90 的密封布置。可以包括额外的孔 138(仅示出一个)以帮助将冷却剂歧管紧固到冷板上以在第一孔和第二孔的周围建立密封布置。

[0041] 可以用夹紧托架 140 相对于冷板 86 的背面来定位电容器 24。电容器 24 可以包括用于建立与相应的第一电力模块 30 和第二电力模块 32 的电连接的第一排多个端子 142 和第二排多个端子 144，例如以提供如图 1 所示的电连接。电容器 24 可以包括用于建立与 EMI 过滤器 22 的电连接的第三排多个端子 146(顶部两个端子可以建立与 EMI 过滤器 22 的正连接以及底部两个端子可以建立与 EMI 过滤器 22 的负连接)。夹紧托架 140 可以被配置成帮助相对于电力模块 30、32 和冷板 86 来定位电容器 24，以使电容器 24 不直接地紧固到电力模块 30、32 中的一个或者冷板 86 上，除非通过焊接或者其它的用于连接至指示器端子 142、144 的电气加机械的手段。该布置可以有益于允许使用现成的电容器或者不必在电容器内包括凹槽或者其它的紧固点。

[0042] 虽然以上描述了示例性的实施方式，但是并非意在这些实施方式描述本发明的所有可能的形式。确切地，本说明书中使用的词语是描述性的词语而不是限制性的词语，并且应当理解，可以做出各种改变而不偏离本发明的精神和范围。另外，可以组合各种实现实施方式的特征以形成本发明的另外的实施方式。



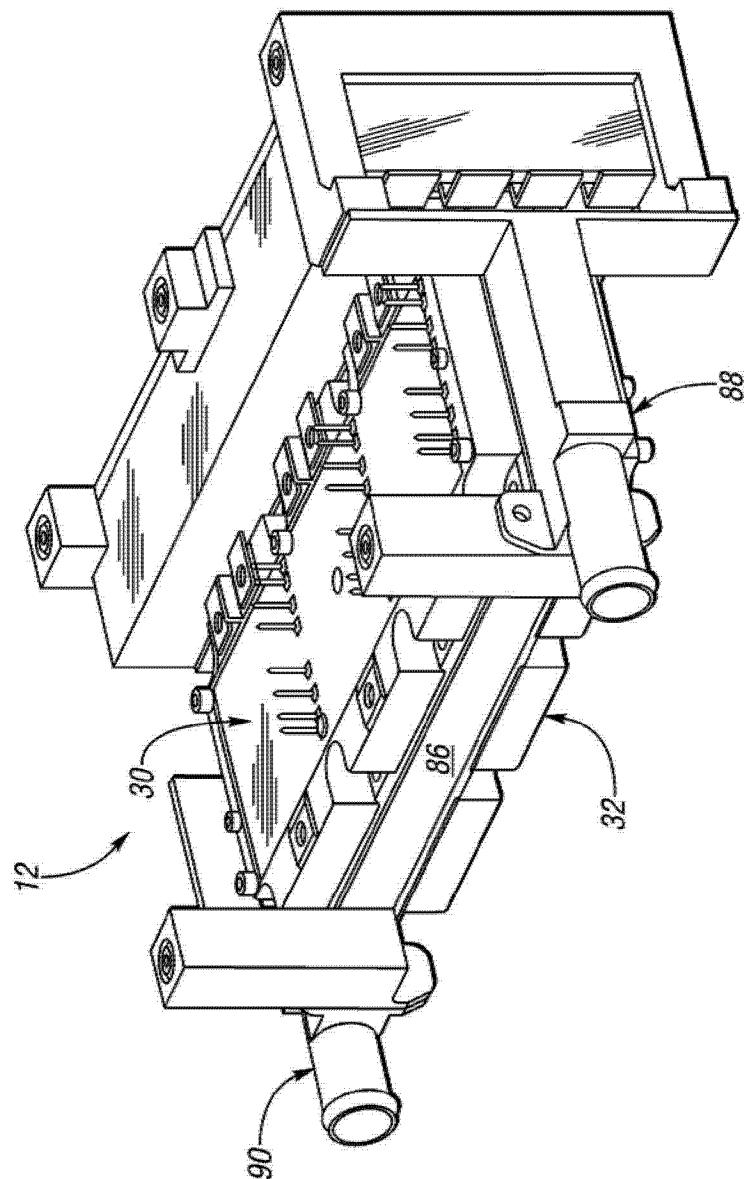


图 2

